

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-252550

(43)Date of publication of application : 18.09.2001

(51)Int.Cl.

B01J 4/00
B08B 3/02
B08B 3/10
H01L 21/304
// C01B 5/00

(21)Application number : 2000-066553

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP
UCT KK
LAM RESEARCH KK

(22)Date of filing : 10.03.2000

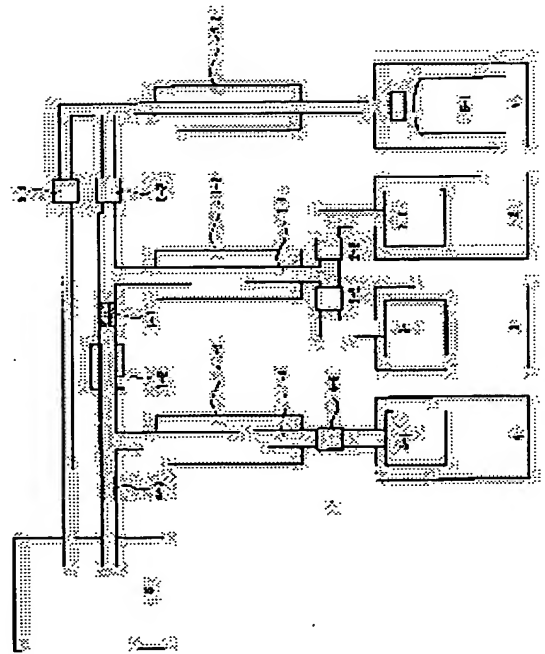
(72)Inventor : MIKI MASAHIRO
NITTA TAKEHISA
SAITO TERUO
SASAKI MITSUHIKO
MAEDA YOSHIYUKI
USHIMARU MASASHI
OMI TADAHIRO

(54) APPARATUS FOR SUPPLYING STEAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To materialize an apparatus for supplying steam which can stably supply ultrapure steam and steam containing an ultrapure chemical component.

SOLUTION: The apparatus has a means for supplying pure water quantitatively which supplies a prescribed amount of pure water, a heating means for heating the pure water supplied from the means, and an inner pressure control means for controlling the inner pressure of a passage of the heated pure water with the inside diameter of the passage made different partially. Each of the above means is formed from a chemically corrosion-resistant member.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-252550
(P2001-252550A)

(43) 公開日 平成13年 9 月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 0 1 J 4/00	1 0 2 1 0 3	B 0 1 J 4/00	1 0 2 3 B 2 0 1 1 0 3 4 G 0 6 8
B 0 8 B 3/02 3/10		B 0 8 B 3/02 3/10	B Z
H 0 1 L 21/304	6 4 5	H 0 1 L 21/304	6 4 5 B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-66553(P2000-66553)

(22) 出願日 平成12年 3 月10日 (2000.3.10)

(71) 出願人 000006507
横河電機株式会社
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(71) 出願人 596089517
ユーシーティー株式会社
東京都文京区本郷4-1-4
(71) 出願人 500113419
ラムリサーチ株式会社
神奈川県相模原市小山1丁目1番10号
(72) 発明者 三木 正博
東京都文京区本郷4丁目1番4号 株式会
社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究
所内

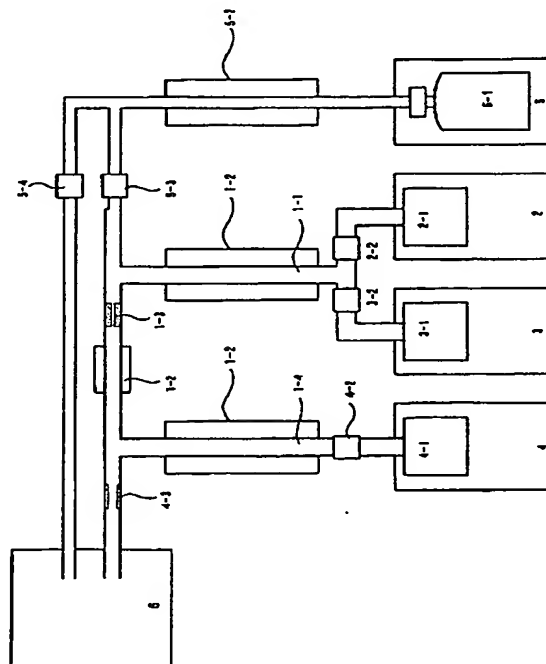
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水蒸気供給装置

(57) 【要約】

【課題】 超純粋水蒸気と超純粋化学成分含有水蒸気を安定に供給できる供給水蒸気供給装置を実現することにある。

【解決手段】 所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、前記各手段は化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とするもの。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、

この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、

加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、前記各手段は化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 2】所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、これら各手段が化学的耐蝕性部材で構成された純水供給系統と、

所定量の薬液を供給する薬液定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される薬液供給系統とを備え、これら純水供給系統および薬液供給系統が化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 3】所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、これら各手段が化学的耐蝕性部材で構成された純水供給系統と、

所定量の薬液を供給する薬液定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される薬液供給系統と、所定量の気体を供給する気体定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される気体供給系統を備え、これら純水供給系統、薬液供給系統および気体供給系統が化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 4】請求項 3 記載の水蒸気供給装置において、気体供給系統に選択的に気体を加熱する加熱手段を設けたことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 5】請求項 1 から請求項 4 記載の水蒸気供給装置において、加熱手段が電気抵抗体であることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 6】請求項 1 から請求項 4 記載の水蒸気供給装置において、加熱手段が燃料燃焼加熱体であることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 7】請求項 1 記載の水蒸気供給装置において、加熱手段を内圧制御手段の前後に分割配置し、各加熱手段の加熱量を個別に制御することを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 8】請求項 2 および請求項 3 記載の水蒸気供給装置において、

純水供給系統および薬液供給系統を構成する各定量供給手段の通路形成体を垂直方向に配置したことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 9】請求項 1 から請求項 3 記載の水蒸気供給装置において、

化学的耐蝕性部材は、熱伝導率が $1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 以上であることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 10】請求項 9 記載の水蒸気供給装置において、

熱伝導率が $1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 以上を有する化学的耐蝕性部材は、炭素単体材料・アルミナ系材料・ホウ化物・炭化物・窒化物・ステンレス鋼・その表面に炭化物と窒化物のいずれかを蒸着したもの・石英・石英ガラス・シリカ系ガラス・高分子樹脂材料のいずれかであることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 11】請求項 10 記載の水蒸気供給装置において、

ステンレス鋼は、表面を酸化不動態化あるいはフッ化不動態化したものであることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 12】請求項 10 記載の水蒸気供給装置において、

供給系統通路内の温度勾配が 100°C 以下に構成されていることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 13】請求項 5 記載の水蒸気供給装置において、

電気抵抗体は化学的耐蝕性部材により供給系統通路体とともに一体構成されていることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 14】請求項 13 記載の水蒸気供給装置において、

一体構成部材は、炭素単体材料・炭化ケイ素・ホウ化物・炭化物・窒化物のいずれかであることを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 15】請求項 1 から請求項 3 記載の水蒸気供給装置において、

純水供給系統および薬液供給系統に化学耐蝕性フィルターを設けたことを特徴とする水蒸気供給装置。

【請求項 16】請求項 3 記載の水蒸気供給装置において、

ガス供給系統により、空気・不活性ガス・有機溶媒蒸気・オゾン of 少なくともいずれかを供給することを特徴とする水蒸気供給装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は水蒸気供給装置に関し、詳しくは、製品表面の化学的処理や化学的洗浄処理に用いる高純度・高化学機能の水蒸気を供給する技術に関するものであり、さらには水と水蒸気の体積比が 1 : 1700 にも達することを積極的に利用することによって

て環境との調和にも寄与するものである。

【0002】ここで、化学的加工処理には、表面精密エッチング処理、微細回路用レジスト膜の除去処理、プリント基板用レジスト膜の除去処理などの表面精密処理分野を含むものとし、化学的洗浄処理には、基板洗浄、化学機械研磨(CMP)後洗浄、加工処理表面洗浄、微細回路洗浄、微細回路形成用マスク洗浄などの表面精密浄化分野を含むものとする。

【0003】

【従来の技術】半導体製造・液晶製造・磁気ディスク製造・プリント基板製造などの分野における精密表面処理技術の現状を説明する。半導体製造工程では、基板から回路形成に至る全工程数に対する洗浄工程数の割合は、例えば64M-DRAM世代では100/340であり、全体の約30%を占めている。

【0004】磁気ディスク製造工程では、基板から磁気記録媒体成膜に至る間、基板合金グラインディング工程・無電解メッキ工程・テクスチャー工程・スパッター工程の各工程間において多段の洗浄工程が必要とされている。

【0005】半導体基板・プリント基板の回路形成工程においては、レジスト膜除去とその後洗浄工程が必要である。

【0006】現在これらの工業分野での表面処理および表面洗浄方式は、超純水・高純度薬液および溶媒を用いる化学処理方式が主流になっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この方式は、水使用量の負担と薬液・溶媒廃液処理の負担が重い。このため、いずれの工業分野においても資源と環境の要請に答えるべく、水使用量の削減と化学物質からの脱却のための技術革新に苦慮しているのが現状である。

【0008】本発明はこのような問題点に着目したものであり、その目的は、超純水蒸気と超純粋化学成分含有水蒸気を安定に供給できる供給水蒸気供給装置を実現することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1は、所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、前記各手段は化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とするものである。

【0010】これにより、強大な化学機能を有する高純度の水蒸気を得ることができる。

【0011】本発明の請求項2は、所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内

圧制御手段とを含み、これら各手段が化学的耐蝕性部材で構成された純水供給系統と、所定量の薬液を供給する薬液定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される薬液供給系統とを備え、これら純水供給系統および薬液供給系統が化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とする。

【0012】これにより、所望の化学成分を含有する高純度の水蒸気を供給でき、水蒸気の化学機能を拡大できる。なお、水蒸気の供給量すなわち水蒸気発生量は一定に制御されなければならないが、このためには熱量と水量が一定であることが必要である。定量ポンプが脈流を持つと熱量一定であっても水量変動が水蒸気発生量変動となるので、脈流平滑様式が必要になる。例えば、窒素圧力を用いる定量ポンプは、脈流がなくかつ汚染を与えないという点でも好適である。

【0013】本発明の請求項3は、所定量の純水を供給する純水定量供給手段と、この純水定量供給手段から供給される純水を加熱する加熱手段と、加熱された純水の通路の内径を部分的に異ならせて内部圧力を制御する内圧制御手段とを含み、これら各手段が化学的耐蝕性部材で構成された純水供給系統と、所定量の薬液を供給する薬液定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される薬液供給系統と、所定量の気体を供給する気体定量供給手段を含み、バルブを介して純水供給系統に接続される気体供給系統を備え、これら純水供給系統、薬液供給系統および気体供給系統が化学的耐蝕性部材で構成されたことを特徴とする。

【0014】本発明の請求項4は、請求項3記載の水蒸気供給装置において、気体供給系統に選択的に気体を加熱する加熱手段を設けたことを特徴とする。

【0015】これらにより、高純度の気体を常温または加温の状態および高純度の水蒸気と混合または併用の態様で混合して供給でき、気体の化学機能を併用できる。すなわち、化学処理が表面加工であるか表面洗浄であるかにより、またそれぞれの化学処理の目的と内容により、水蒸気の供給態様が選択できる。また、水蒸気のみが適する場合、化学成分含有水蒸気が必要な場合、さらに他の気体の併用が効果ある場合、それぞれに対応して水蒸気の供給態様を切り替えることができる。

【0016】本発明の請求項5は、請求項1から請求項4記載の水蒸気供給装置において、加熱手段が電気抵抗体であることを特徴とする。

【0017】これにより、加熱制御を電氣的に行える。これは個々の水蒸気処理装置に個々に水蒸気を供給する場合に好適である。

【0018】本発明の請求項6は、請求項1から請求項4記載の水蒸気供給装置において、加熱手段が燃料燃焼加熱体であることを特徴とする。

【0019】これにより、大量の水蒸気を生成供給できるので、一括して複数の水蒸気処理装置に水蒸気を供給

する場合に好適である。

【0020】本発明の請求項7は、請求項1記載の水蒸気供給装置において、加熱手段を内圧制御手段の前後に分割配置し、各加熱手段の加熱量を個別に制御することを特徴とする。

【0021】この分割加熱体への分割供給熱量を、内圧制御構造体により規定される内圧と純水または薬液の供給量とともに相関的に調節することにより、水蒸気温度・水蒸気圧力・水蒸気飽和度ならびに水蒸気発生量を制御できる。なお、内圧制御機構は特に重要であって、本発明では化学耐蝕性の細管抵抗体を採用している。

【0022】本発明の請求項8は、請求項2および請求項3記載の水蒸気供給装置において、純水供給系統および薬液供給系統を構成する各定量供給手段の通路形成体を垂直方向に配置したことを特徴とする。

【0023】熱障壁となる気泡の発生という流動的現象をいかなる構造で制御するかという視点から沸騰条件が定常的となる構造が必要になるが、この構造により沸騰領域が定常的に形成されることになり、水蒸気発生量および水蒸気ミスト含有量を一定に制御できる。

【0024】発明の請求項9は、請求項1から請求項3記載の水蒸気供給装置において、化学的耐蝕性部材は、熱伝導率が $1\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 以上であることを特徴とする。

【0025】発明の請求項10は、請求項9記載の水蒸気供給装置において、熱伝導率が $1\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 以上を有する化学的耐蝕性部材は、炭素単体材料・アルミナ系材料・ホウ化物・炭化物・窒化物・ステンレス鋼・その表面に炭化物と窒化物のいずれかを蒸着したもの・石英・石英ガラス・シリカ系ガラス・高分子樹脂材料のいずれかであることを特徴とする。

【0026】発明の請求項11は、請求項10記載の水蒸気供給装置において、ステンレス鋼は、表面を酸化不動態化あるいはフッ化不動態化したものであることを特徴とする。

【0027】水は溶解能力と化学作用において優れた化学物質であり、高温において、さらに水蒸気状態において、この化学作用はさらに増大する。水蒸気供給システムの化学耐蝕性対策手段は、高温水蒸気・高温薬液について充分でなければならないが、これらにより化学的耐蝕性および熱効率の優れた水蒸気供給装置が実現できる。

【0028】なお、水・薬液の供給システムから水蒸気発生にいたる通路形成体の材料および表面材料の選定については後述する。

【0029】発明の請求項12は、請求項10記載の水蒸気供給装置において、供給系統通路内の温度勾配が 100°C 以下に構成されていることを特徴とする。

【0030】これにより、生成された水蒸気は、気体から液体に遷移することなく水蒸気処理装置に安定に供給される。

【0031】発明の請求項13は、請求項5記載の水蒸気供給装置において、電気抵抗体は化学的耐蝕性部材により供給系統通路体とともに一体構成されていることを特徴とする。

【0032】発明の請求項14は、請求項13記載の水蒸気供給装置において、一体構成部材は、炭素単体材料・炭化ケイ素・ホウ化物・炭化物・窒化物のいずれかであることを特徴とする。

【0033】電気抵抗加熱システムを用いる場合、伝熱効率の高い加熱体を構成しなければならない。このため、伝熱空隙を持たない構造、あるいは電熱媒体を用いる構造が有効である。そこで、発明者らは、材料の熱伝導率と電気抵抗と相関性に着目した。すなわち、化学耐蝕性を持っていて電気抵抗値が電気抵抗加熱体に適し、さらに熱伝導率が通路形成体に適する材料は希少であるが、そのような材料を用いれば電気抵抗加熱体と通路形成体を共通化・一体化できることになる。材料選択の詳細は後述する。

【0034】発明の請求項15は、請求項1から請求項3記載の水蒸気供給装置において、純水供給系統および薬液供給系統に化学耐蝕性フィルターを設けたことを特徴とする。

【0035】これらにより、各供給系統への異物混入を防止できる。

【0036】発明の請求項16は、請求項3記載の水蒸気供給装置において、ガス供給系統により、空気・不活性ガス・有機溶媒蒸気・オゾンの少なくともいずれかを供給することを特徴とする。

【0037】これらガスを供給することにより、水蒸気の物理的機能および化学的機能を拡大できる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。本発明では、水および薬液を用いる従来の化学処理方式を革新し、水蒸気を用いる化学処理方式への移行を実現した。すなわち、水は1700倍の体積の水蒸気となる。加えて、水蒸気は常温の薬液溶液を上回る高温化学作用を持つ。発明者らは、完全清浄表面を得るための技術革新、資源環境課題を解決するための技術革新のいずれの観点においても、水蒸気化学処理方式が有効な技術方式であることに着目した。

【0039】単なる水蒸気供給は既成技術であるが、精密な化学処理を行う目的においては超純粋水蒸気と超純粋化学成分含有水蒸気が供給されなければならない。発明者らは多面的な開発研究の結果、水に換えて水蒸気および化学成分含有水蒸気を用いるための、超純粋状態の化学処理用水蒸気を発生させる水蒸気発生装置を実現した。

【0040】複数の水蒸気供給装置を用いて水蒸気処理を実施するに際して、個々の水蒸気処理装置に個々に水蒸気を供給する「単独供給方式」と、多数の水蒸気処理

装置に共通に水蒸気を供給する「一括供給方式」がある。

【0041】図1は本発明に基づく水蒸気供給装置の構成例図であり、単独供給方式の構成を示している。水蒸気供給装置は、大きくは、加熱システム1、純水定量供給システム2、2系統の薬液定量供給システム3・4および気体定量供給システム5とで構成されている。

【0042】加熱システム1は、通路形成体1-1、加熱体1-2、内圧制御構造体1-3から構成される。加熱体1-2としては、電気抵抗加熱方式の場合には電気抵抗加熱体を用い、燃料燃焼方式の場合には燃焼室を用いる。電気抵抗加熱方式の場合、化学耐蝕性・熱伝導率・電気抵抗を兼ね備えた材料を用いることにより、通路形成体1-1と電気抵抗加熱体1-2を共通材料により一体化することもできる。

【0043】内圧制御構造体1-3として、細管部を例示している。この細管の内径/長さは、通路形成体1-1の内圧を制御するように所定の値に設定する。

【0044】純水定量供給システム2は純水の水蒸気を供給するものであり、定量ポンプ2-1と切り替えバルブ2-2で構成されている。

【0045】一方の薬液定量供給システム3は化学成分含有水蒸気供給に用いるもので、定量ポンプ3-1と切り替えバルブ3-2とで構成されている。

【0046】他方の薬液定量供給システム4は化学成分含有液を混合する水蒸気供給に用いるものであり、定量ポンプ4-1と切り替えバルブ4-2および気液混合構造体4-3と加熱体1-4とで構成されている。なお、気液混合構造体4-3として細管構造を例示している。この細管の内径/長さは、通路形成体1-1による内圧制御に影響しないように設定する。化学成分含有液はこの細管4-3によって水蒸気と混合され、気液混合噴流となる。また、加熱体1-4から供給される熱量を制御することにより、水または化学成分含有液を常温から所望の加温状態で混合できる。

【0047】気体定量供給システム5は、気体を混合または併用する水蒸気供給に用いるものであり、定量供給源としての圧力ポンプ5-1、加熱体5-2、水蒸気と気体を混合するための切り替えバルブ5-3、水蒸気と気体を併用するための切り替えバルブ5-4とで構成されている。これら切り替えバルブを制御することにより、純水・薬液・気体の3システムの混合・併用による供給を任意に実施できる。

【0048】純水の定量ポンプ2-1および薬液の定量ポンプ3-1は、内圧制御に十分な吐出圧力が必要である。脈流吐出は、水蒸気の定常的発生の際とはならない。

【0049】純水・薬液・気体の各定量供給システム2、3、4、5には、必要に応じて各切り替えバルブと各通路形成体の間に液体用または気体用のフィルターを

設置する。

【0050】さらにこれら純水・薬液・気体の各定量供給システム2、3、4、5には、必要に応じて圧力計や温度計などの計測器を配設するとともに圧力安全弁も配設するが、図示しない。

【0051】図2は本発明に基づく水蒸気供給装置の他の構成例図であり、一括供給方式の構成を示している。一括水蒸気供給装置10は、水蒸気配分バルブ10-1および内圧制御構造体1-3を介して水蒸気処理装置6に水蒸気を供給する。一括水蒸気供給装置10の加熱方式としては、大容量の水蒸気発生に効率的な燃料燃焼方式を用いることが望ましい。

【0052】化学成分含有水蒸気を用いる場合には、薬液原液定量供給システム30を配置接続する。薬液原液定量供給システム30は、薬液原液定量供給ポンプ30-1および薬液原液注入口30-2で構成される。図2では、薬液原液注入口として細管を例示している。細管注入は、瞬間注入と瞬間混合の作用があり、化学成分の切り替えに効果がある。

【0053】なお、図1に示した薬液定量供給システム3と4は同一機構であって供給容量が異なるのみであり、図2の一括水蒸気供給システムに用いることもできる。また、図1の薬液定量供給システム3と4にも、図2のような細管注入構造を用いてもよい。

【0054】図1および図2の水蒸気供給装置の先端部が開口接続される水蒸気処理装置6の内部には、水蒸気処理の目的に対応して、例えば図3に示すような水蒸気供給ノズル機構70、温水噴射機構80、ウェハテーブル機構90などが設置される。

【0055】図3において、水蒸気供給ノズル71および温水噴射ノズル81は、それぞれモータ72、82により往復移動するように回転駆動される回転軸73、83にアーム74、84を介して取り付けられている。なおアーム74、84は回転軸73、83に上下方向の適切な位置に固定される。ウェハが搭載されるテーブル91は、モータ92により歯車列を介して回転駆動される。

【0056】ここで、これらモータの回転に伴って発生する微粒子の影響が無視できない場合には、モータを水蒸気処理装置6の外部に設け、回転力を例えば磁気結合で内部に伝達するようにすればよい。

【0057】ところで本発明の水蒸気供給装置を構成する部材のうち、水・加熱水・水蒸気および化学成分含有水・化学成分含有加熱水・化学成分含有水蒸気と接触するものは、化学耐蝕性を満たすとともに熱伝導性も満たさねばならない。

【0058】さらに、水蒸気発生用構造体は、伝熱効率を満たさねばならない。このような水蒸気発生装置に要求される伝熱密度は、一般の水蒸気ボイラーの場合とは桁違いに大きくなる。それは、蒸発潜熱の極めて大きい

水を、極めて小さい蒸発面積で瞬間蒸発させる特殊条件を必要とするからである。

【0059】そこで、本発明では、化学耐蝕性・熱伝導性を有する部材で通路形成体を形成し、化学耐蝕性を有する部材で内圧制御構造体を形成する。

【0060】通路形成体の高温度における化学耐蝕性に*

酸性薬液 : HF, HCl, HNO₃, H₂SO₄, H₃PO₄,

アルカリ性薬液 : NH₄OH, KOH, NaOH

酸化性薬液 : H₂O₂, O₃-H₂O

混合薬液 : HF-H₂O₂, NH₄OH-H₂O₂, H₂SO₄-H₂O₂

【0061】水蒸気発生用構造体は、100℃以上の高温度において化学耐蝕性を保持するものでなければならない。化学耐蝕性といわれる金属類も、高温度において酸・アルカリに侵され、特に酸化性薬液には腐蝕される。石英もある種の酸に侵され、アルカリ性薬液については使用条件範囲が限定される。

【0062】通路形成体の熱伝導性について説明する。通路形成体を管状体とこれを囲む電気抵抗加熱体とで構成し、3.60kWの電力量で水5L/Hr(約80ml/分)から100℃の水蒸気8500L/Hrを発生させる加熱システムモデルを図4に示す。

【0063】管状通路形成体の伝熱面積は、図4に記載の寸法において、水蒸気の発生に必要な伝熱工学的条件を十分に満たしている。管状通路材料が金属あるいはアルミナであるとき、管状通路の内外壁間の温度勾配は、その熱伝導率により問題はない。

【0064】しかし、材料の熱伝導率が約1W/m・℃以下になると好ましい条件を外れる。例えば、熱伝導率が約1.6W/m・℃の石英ガラスを用いる場合には、管の厚みを薄くして温度勾配を減少させねばならないことがわか

る。

【0065】また、加熱体と形成体の間隙の空気層は大きい伝熱障壁となる。0.1mmの間隙といえど660℃の温度勾配となるから、加熱体と形成体の密着または共通一体成形が必要になる。

【0066】電気抵抗加熱体の電気抵抗について説明する。図4に例示するような高密度熱量を与える電気抵抗加熱体は、電気抵抗値が少なくとも100×10⁻⁶Ωcm以上、好ましくは1000×10⁻⁶Ωcm以上の電気抵抗体であることが望ましい。電気抵抗値が大きいほど緻密な加熱体が形成できる。前述のように加熱体内部の空隙および加熱体と通路形成体の間隙の空気層は大きい伝熱障壁となるので、加熱体と通路形成体の密着構造が必要である。

【0067】電気抵抗加熱体と通路形成体の共通材料化について説明する。前記した伝熱障壁の課題は、加熱体と通路形成体が共通材料であることが望ましいことを示唆している。これを実現する条件は、共通材料が、電気抵抗・熱伝導率の両面で適性値を持ち、しかも通路形成体としての化学耐蝕性を満足することである。この材料選定を実現すれば、最も効率的な装置が構成できること

*について説明する。精密化学処理および化学洗浄に使用される化学物質は、酸類・アルカリ類・酸化剤・界面活性剤・有機溶媒など全化合物範囲にわたる。例えば半導体集積回路製造の洗浄工程に用いられる薬液を例示すると、下記の如くである。

になる。

【0068】化学耐蝕性かつ熱伝導性の通路形成体材料について説明する。図5に諸材料の熱伝導率の値を示す。通路形成体を構成するに適する熱伝導性材料は、図5における熱伝導率が約1W/m・℃以上のものであり、通路形成体材料として使用可能な物質を以下に例示する。

【0069】(A)黒鉛・アモルファスカーボンなどの炭素単体材料

熱伝導率は、黒鉛(125W/m・℃)、アモルファスカーボン(5-7W/m・℃)と充分である。

【0070】(B)サファイア・アルミナ・アルミナセラミックス系材料・陽極酸化アルミナ

熱伝導率は、アルミナセラミックスで(36W/m・℃)と大きい。

【0071】(C)4A・5A・6A・3B・4B属元素のホウ化物・炭化物・窒化物

4A属元素(ZrC, HfC)・5A属元素(VC, NbC, TaN)・6A属元素(MoC, WC) 3B属元素(BN, AlN)・4B属元素(SiC)などがある。これらの熱伝導率は、いずれも金属並みの大きい値を持つ。

【0072】(D)ステンレス鋼・ハステロイなどの合金類

熱伝導率は、数10W/m・℃と充分大きい。

(E)酸化不動態化またはフッ化不動態化表面処理ステンレス鋼

表面の酸化不動態膜またはフッ化不動態膜により化学耐蝕性を有しながら、ステンレス鋼の熱伝導率を有する材料である。

【0073】(F)ホウ化物・炭化物・窒化物表面蒸着材料

表面がホウ化物・炭化物・窒化物蒸着膜であり、化学耐蝕性と熱伝導率を有する材料である。

【0074】(G)シリカ系材料

石英は優れた熱伝導率材料である。石英ガラスその他シリカ系ガラスの熱伝導率は使用できる範囲である。

【0075】(H)高分子材料

ポリエチレン・PTFEなど高分子樹脂材料は、熱伝導率が0.2~0.3W/m・℃と小さい。しかし形状条件の限定、すなわち厚みを制限すれば、1W/m・℃以上の材料に替えて使用可能である。例えば、薄膜やコーティング膜として使

用すれば、実用的に熱伝導材料となり得る。

【0076】(I)部品材料

システム構成には、継ぎ手・バルブなどの部品が必要であり、これら部品材料にも前記の化学耐蝕性・熱伝導性材料を用いる。

【0077】これらの化学耐蝕性材料を用いて水蒸気供給装置を構成することにより、純水水蒸気・化学成分含有水蒸気・他の化学成分含有気体の供給純度は、原水・原薬液・原気体の純度がそのままに保持される。

【0078】材料の化学耐蝕性について説明する。洗浄に用いる化学物質は、酸・アルカリ・酸化剤・還元剤・有機溶剤など全化合物範囲にわたる。通路形成体は、これらについて化学耐蝕性でなければならない。発明者らは、材料の化学耐蝕性を的確に評価する指標として、「フッ酸耐蝕性」を採用した。その理由は、化学物質のなかでフッ酸が最も化学腐蝕作用が強力だからである。一般的に化学耐蝕性として知られている金属材料、例えばハステロイ・インコネルといった合金類もフッ酸には腐蝕される。また、半導体基板表面のシリコン酸化膜をエッチングすることのできる化学物質は、唯一つフッ酸のみである。

【0079】図6に、化学耐蝕性高純度材料の「フッ酸耐蝕性試験」のデータを示す。高純度フッ酸50%溶液を用い、浸漬3ヶ月間の溶出成分濃度をppbレベルで評価している。このような評価手段を用いることで材料の化学耐蝕性が判定できる。

【0080】電気抵抗加熱体について説明する。前出の図5には、材料の熱伝導率とともに電気抵抗も併記している。電気抵抗加熱体として、いかなる材料が用い得るかは公知である。電気抵抗値が $70 \sim 2000 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}$ の材料、例えばニクロム・シリコンカーバイド・黒鉛などは電気抵抗加熱体としてよく用いられる材料である。

【0081】発明者らは、化学耐蝕性を持つ材料の熱伝導率と電気抵抗の相関性に着目した。すなわち、電気抵抗値が電気抵抗加熱体に適し、しかも化学耐蝕性を持つものとして以下の物質に注目した。これらの材料は、電気抵抗加熱体と通路形成体の一体化を可能にするものである。

【0082】(1)黒鉛・アモルファスカーボンなどの炭素単体

(2)シリコンカーバイド(SiC)・ボロンナイトライド(BN)・アルミニウムナイトライド(AlN)など、4A・5A・6A・3B・4B族元素のホウ化物・炭化物・窒化物

【0083】気体供給システムについて説明する。水蒸気供給システムに気体供給システムを付帯する目的は次の二つである。

【0084】(1)水蒸気の物理的機能の拡大

処理のために、水蒸気濃度あるいは水蒸気飽和度に最適範囲がある場合、他の不活性ガスの混合あるいは併用が有効である。また、処理のために物理的噴射力が必要な

場合も他の不活性ガスの混合あるいは併用が有効である。この目的のために、空気・窒素・空気/窒素混合ガス・炭酸ガスその他不活性ガスを用いる。

【0085】(2)水蒸気の化学的機能の拡大

水蒸気の化学的機能の拡大は、薬液添加に限定されるものではない。有機溶媒蒸気あるいは有機ガスの添加も有効である。処理表面の濡れ性を制御する観点からはイソプロピルアルコール蒸気の混合・併用も有効である。また、反応性ガスの添加も有効である。処理表面の有機物汚染の除去にあたっては、オゾンの混合・併用が有効である。

【0086】水蒸気供給装置の制御について説明する。水蒸気供給のための制御因子は、(1)水蒸気発生量、(2)水蒸気温度、(3)水蒸気圧力、および(4)水蒸気飽和度である。制御条件は、加熱体から通路形成体への供給熱量(Q)と水または薬液溶液の供給量(W)および通路形成体内圧(P)である。それぞれの内圧(P)において、蒸発温度と理論蒸発熱量が異なることはいうまでもない。

【0087】以下、制御因子と制御条件の関係を述べる。便宜上、加熱体の放熱損失を零とする。

(1)水蒸気発生量

水または薬液溶液の供給量(W)で規定される。

(2)水蒸気温度

水蒸気温度は、内圧(P)における水の沸点で規定される。

【0088】(3)水蒸気圧力

通路形成体内圧(P)で規定される。内圧(P)は、後述する内圧制御構造体による水蒸気通過抵抗で規定される。

(4)水蒸気飽和度

水または薬液溶液の供給量(W)と供給熱量(Q)および通路形成体内圧(P)で規定される。水供給量(W)に対する供給熱量(Q)が内圧(P)における理論蒸発熱量に等しいとき飽和水蒸気が発生し、供給熱量(Q)が理論蒸発熱量を越える度合に応じて過剰温度を持つ過熱水蒸気が発生する。

【0089】内圧制御構造体について説明する。前記したように、水蒸気供給制御のキーポイントは内圧制御である。内圧により、水蒸気温度・水蒸気圧力・水蒸気飽和度が規定される。本発明の水蒸気供給装置は、化学耐蝕性・熱伝導性の通路形成体の通路先端に、同じく化学耐蝕性の内圧制御構造体を有することをも特徴とする。このような内圧制御構造体は、化学耐蝕性の細管構造体で構成することができる。

【0090】これにより、金属製ニードルバルブの耐化学薬品性の弱点を回避できる。細管構造体は、前記した炭素単体・炭化物・ガラス・ホウ化物・炭化物・窒化物などの化学耐蝕性材料を用いて容易に成形できる。ここで、細管の内径と長さを規定することにより水蒸気通過抵抗が決まるので、内圧を任意の値に制御することができる。

10

20

30

40

50

【0091】図7に熱伝導率 $1\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 以上の化学耐蝕性材料で構成した装置の純度評価例を示す。細管抵抗体としては熱伝導率 $1\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 以下の化学耐蝕性材料を用いてもよいが、図7では通路形成体と同一材料で整理している。アモルファスカーボン・アルミナ・シリコンカーバイドを用いた装置は、酸類・アルカリ類・酸化剤・有機溶媒の総てに化学耐蝕性を有する。ステンレス鋼は有機溶媒に使用可能であり、弱アルカリには適用できる濃度範囲がある。酸類・酸化剤には使用できない。ステンレス鋼表面にフッ化不導体膜あるいは酸化不導体膜を形成させる場合には、酸類・アルカリ類・酸化剤への適用濃度範囲は拡大できる。石英ガラスはアルカリ類には適用できないが、その他の場合に使用し得る。

【0092】図8に電気抵抗加熱体を用いて飽和水蒸気または過熱水蒸気の供給を行った場合における制御条件例を示す。飽和水蒸気：内圧 $1\sim 6\text{ kg/cm}^2$ において $100\sim 160^\circ\text{C}$ の飽和水蒸気供給過熱水蒸気：内圧 1 kg/cm^2 において 100°C 飽和、 $120\sim 160^\circ\text{C}$ の過熱水蒸気供給例示したように、内圧制御により任意の飽和度～過熱度の水蒸気の供給が可能である。

【0093】図9は内圧制御の構造体として細管抵抗体を用いた実施例の説明図である。細管通路の圧力損失は、水蒸気量と細管抵抗体の形状によって規定される。図9には、細管の内径・長さによる通路形成体の圧力損失および通路形成体内圧と、それにより規定される水蒸気温度を例示している。

【0094】図10は薬液定量供給システムを用いて供給する化学成分含有水蒸気の成分含有濃度を評価例図であり、定量ポンプに供給する原薬液中と、凝縮液中の化学成分濃度を対比している。水蒸気供給装置の水蒸気出口に凝縮器を設置して凝縮液を採取し、成分含有濃度を測定した。両者の濃度は、常に完全に一致する。通路形成体における瞬間蒸発過程では、化学成分の濃縮～蒸発～気化その他の遷移過程は存在し得ず原薬液組成そのままの成分含有比の蒸気が得られる。

【0095】図11は装置構成材料として化学耐蝕性材料を用いた場合の純水水蒸気および化学成分含有水蒸気の純度評価例図である。水蒸気供給装置の水蒸気出口に凝縮器を設置して凝縮液を採取し、ICP-マスマスベクトロメータにより不純物を測定した。用いた超純水および高純度薬液は、不純物濃度ppbレベル以下である。酸・アルカリ・酸化剤の代表として、フッ酸・苛性カリ・過酸化水素を用いた。純水水蒸気凝縮液および化学成分含有水蒸気凝縮液中の不純物濃度はppbレベル以下である。

【0096】図12は図1の気体定量供給システムを有する水蒸気供給装置における水蒸気と窒素ガスの混合供給例の説明図である。図12では、水蒸気と窒素ガスの内圧・供給圧と供給温度を同一条件とし、混合比を1:1とした。この混合気体は、過熱水蒸気と同様に水蒸気飽和度が小さく、水蒸気を含む乾燥気体の作用を持つ。

【0097】混合比は任意であり、窒素ガスの混合比を大にして水蒸気量を容易に拡大する効果がある。混合温度も任意であり、水蒸気温度を窒素ガス温度によって容易に高める効果がある。また、水蒸気供給装置と気体定量供給システムを並列に稼動して処理表面において同時作用させる態様、処理表面の異なる部位にそれぞれ作用させる態様など、広い範囲に供給態様を選択することができる。

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、超純粋水蒸気と超純粋化学成分含有水蒸気を安定に供給できる供給水蒸気供給装置を実現でき、各種の製品表面の化学的処理や化学的洗浄処理に有益である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施態様の一例を示す構成図である。

【図2】本発明の実施態様の他の例を示す構成図である。

【図3】水蒸気処理装置の構成例図である。

【図4】本発明における加熱システムモデルにおける伝熱条件の説明図である。

【図5】本発明で用いる材料の熱伝導率と電気抵抗の説明図である。

【図6】化学耐蝕性評価試験の説明図である。

【図7】本発明における水蒸気および化学成分含有水蒸気の純度評価の説明図である。

【図8】本発明における水蒸気の供給条件の説明図である。

【図9】本発明で用いる細管抵抗体による内圧制御の説明図である。

【図10】化学成分含有水蒸気の組成説明図である。

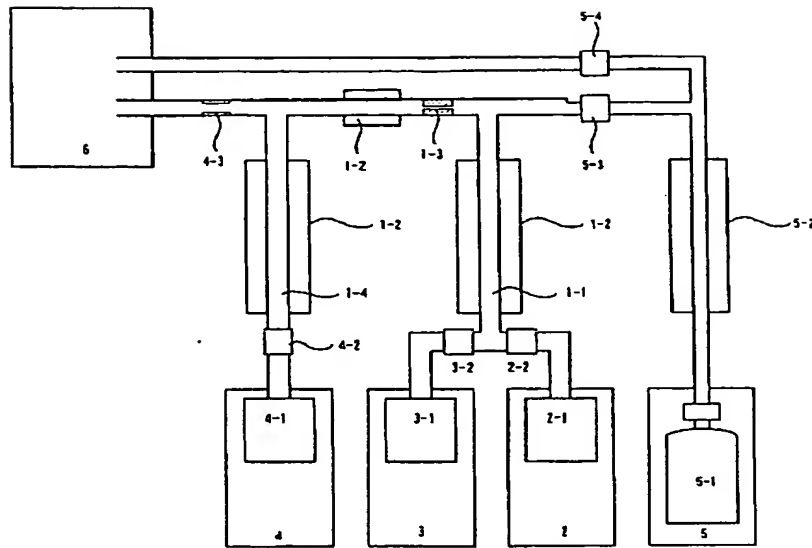
【図11】本発明における水蒸気および化学成分含有水蒸気の純度評価の説明図である。

【図12】本発明における水蒸気と窒素ガスの混合供給の説明図である。

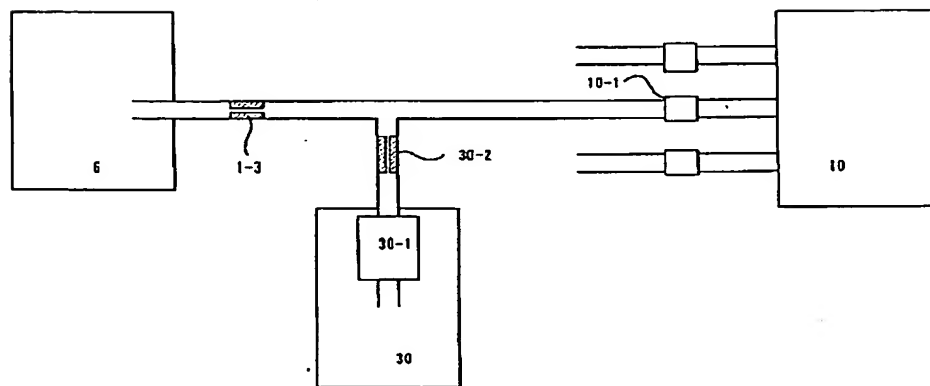
【符号の説明】

- 1 加熱システム
- 2 純水定量供給システム
- 3, 4 薬液定量供給システム
- 5 気体定量供給システム
- 6 水蒸気処理装置

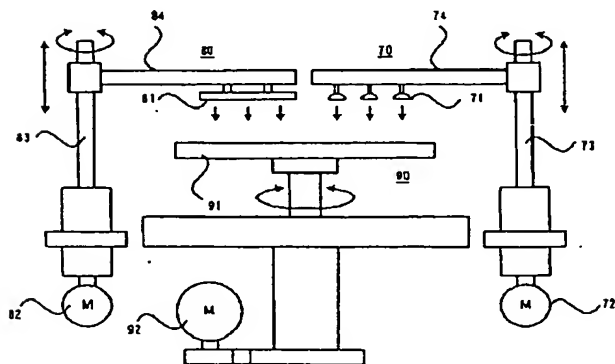
【図1】



【図2】



【図3】



【図7】

装置構成材料		化学耐性		
通気形成体	細管抵抗体	液相	アルカリ性	酸化剤
アセチレン	アセチレン	①	②	③
アセチレン	アセチレン	②	③	④
シリコン	シリコン	③	④	⑤
シリコン	シリコン	④	⑤	⑥
石英	石英	⑤	⑥	⑦

【図4】

加熱システムモデルにおける伝熱条件

電気抵抗加熱体：管状の通路形成体を囲む円筒状加熱体
 管状通路形成体：内径6mm、厚み1mm、加熱部長さ500mm [伝熱面積：94cm²=0.94×10⁻²m²]
 水蒸気の発生量：8500L/Hr [水蒸発量：5L/Hr]
 供給する電気量：3.60KW(3096Kcal/Hr=620Kcal/L H₂O) [伝熱密度：382KW/m²]

物質	熱伝導率λ W/m・℃(温度)	伝熱距離L m	温度勾配Δt ℃
管状通路形成体 銅 393 (100℃)	0.001(1mm)	1.0	
アルミナ	26 (100℃)	0.001(1mm)	14.7
石英ガラス	1.6 (300℃)	0.001(1mm)	240.0
加熱体と形成体の間隙 空気	0.058(600℃)	0.0001(0.1mm)	660.0

Δt=電気量Q・伝熱距離L/熱伝導率λ, [例] 石英ガラス: 382KW/m²・0.001m/(1.6W/m℃)= 240℃

【図5】

材料の熱伝導率と電気抵抗

材料	通路形成体材料 熱伝導率(温度27℃) W/m・℃	電気抵抗加熱体材料 電気抵抗(温度27℃) 10 ⁻⁴ Ωcm
【単体】		
C (炭素)	125	1375
Fe (鉄)	5~7	4000~6000
Si	80	10
Al	148	4
Al ₂ O ₃	237	3
SiO ₂	402	2
【化合物・ガラス】		
Al ₂ O ₃ (多結晶)	46	(極めて大)
SiO ₂ (石英)	36	(極めて大)
石英ガラス	6-10	(極めて大)
炭素	1.6	(極めて大)
炭素	1	(極めて大)
炭素	0.5	(極めて大)
炭素	0.1	(極めて大)
【水素化合物・炭素化合物・窒素化合物】		
SiC	270	107
SiC-MoC-TiC-VC-WC-ZrC-NbC		70-180
TaB		1900
BN		100
AlN	60-200	150
Ta ₃ N-VN-NbN		133-200
【合金】		
Cr(22-25)Al(5.0-5.5)Co(1.5-3.0)Fe	91	145
Mo(17)Cr(15)Fe(5)W(4)Ni	97	130
Ni(80)Co(20)	90	100
Co(3.5)Si(2.0)Mn(0.5)P(0.3)Fe	80	100
Ni(76)Cr(16)Fe(8)	89	98
Ni(76)Cr(16)Fe(8)	20	73
【高分子】		
PTFE	0.22	
PTFE	0.30	

【図9】

水蒸気供給装置の相対伝熱体による内圧制約

水供給量	電気量	水蒸気量	内圧制約の相対伝熱体	通路形成体	水蒸気供給
ml/秒	KWH	L/秒	内径 mm	長さ mm	内圧 温度
1.5	3.9	2.55	3.0	20	1.08 100
1.5	3.9	2.69	1.8	20	1.08 120

【図8】

飽和水蒸気または過熱水蒸気の供給条件

水供給量	電気量	飽和水蒸気供給	過熱水蒸気供給(100℃飽和)
ml/秒	KWH	内圧 温度	内圧 温度
1.5	3.9	1.05 100	2.55
1.5	3.9	2.05 120	2.69
1.5	4.0	3.65 140	2.83
1.5	4.0	6.05 160	2.96

電気量：加熱体への供給電気量のネット値(加熱損失分を除外)、水供給温度：20℃

【図10】

化学成分含有水蒸気の組成

正辛酸成分含有成分の組成						
原料	成分	供給条件		蒸留条件		
		組成 %	成分の沸点 °C	成分	組成 %	
A	苛性碱	KOH	1.0	不揮発性	KOH	1.0
	過酸化水素	H ₂ O ₂	1.0	150	H ₂ O ₂	1.0
	界面活性剤		0.3	300以上		0.3
B	IP ₁ 、IP ₂ 、IP ₃ 、IP ₄	IPA	20.0	97	IPA	20.0
	ア化トリウム	KF	5.0	不揮発性	KF	5.0
C	硫酸	H ₂ SO ₄	5.0	330	H ₂ SO ₄	5.0
	過酸化水素	H ₂ O ₂	1.0	150	H ₂ O ₂	1.0
D	77%アモニア	NH ₄ OH	5.0	-33	NH ₄ OH	5.0
	過酸化水素	H ₂ O ₂	1.0	150	H ₂ O ₂	1.0

【図11】

水蒸気および化学成分含有水蒸気の純度評価

伝熱体材料	純水水蒸気凝縮液	化学成分含有水蒸気凝縮液
不純物濃度 ppb	化学成分 成分濃度 %	不純物濃度 ppb
高純度TEA77%アルコール	検出せず	フッ素酸 1.0 検出せず
		苛性カリ 1.0 検出せず
		過酸化水素 1.0 検出せず
高純度77%アルコール	検出せず	フッ素酸 1.0 検出せず
		苛性カリ 1.0 検出せず
		過酸化水素 1.0 検出せず
高純度77%アルコール	検出せず	フッ素酸 1.0 検出せず
		苛性カリ 1.0 検出せず
		過酸化水素 1.0 検出せず
高純度石英ガラス	検出せず	硫酸 5.0 検出せず
		苛性カリ 1.0 検出せず
ステンレス鋼	検出せず	フッ素酸 1.0 検出せず
		苛性カリ 1.0 検出せず
		過酸化水素 1.0 検出せず

不純物分析成分：

【図6】

化学耐蝕性評価試験
50%HFへの溶解成分量：単位 mg/m²day

成分	評価材料 浸漬日数	アルミナセラミックス			アモルファスカーボン			シリコンカーバイド		
		A 切削面	B 鏡面	C 鏡面	A 鏡面	B 焼成面	C 研磨面	A 鏡面	B 鏡面	C 鏡面
Al	1	16	17	22	0.008	0.016	0.034	1.3	1.3	0.3
	2~7	3.1	3.1	3.4	0.001	0.003	0.002	0.057	0.068	0.065
	8~30	4.1	3.1	1.0	0.000	0.000	0.000	0.008	0.005	0.001
Ca	1	0.156	0.625	0.156	0.156	0.156	0.156	0.625	0.312	0.156
	2~7	0.078	0.052	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.052	0.052
	8~30	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Cr	1	0.031	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.094	0.063	0.016
	2~7	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	8~30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cu	1	0.047	0.375	0.156	0.031	0.234	0.031	0.125	1.875	0.031
	2~7	0.008	0.021	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.026	0.005
	8~30	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
Fe	1	0.234	0.453	0.390	0.031	0.125	0.078	2.187	2.812	0.141
	2~7	0.018	0.020	0.013	0.005	0.005	0.013	0.020	0.023	0.013
	8~30	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003
K	1	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
	2~7	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	8~3	0.013	0.020	0.010	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
Mg	1	1.250	0.484	0.593	0.008	0.016	0.023	0.219	0.123	0.025
	2~7	0.417	0.240	0.260	0.001	0.001	0.001	0.004	0.003	0.004
	8~30	0.536	0.353	0.095	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Na	1	0.672	0.453	0.203	0.015	0.109	0.093	0.312	0.312	0.263
	2~7	0.213	0.153	0.062	0.015	0.109	0.094	0.312	0.312	0.263
	8~30	0.156	0.129	0.037	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ni	1	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.022	0.008	0.008
	2~	0.001	0.005	0.001	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	8~30	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Pb	1	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.048	0.022	0.008
	2~	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	2~7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Zn	1	0.031	0.031	0.038	0.031	0.047	0.031	0.109	0.093	0.031
	2~7	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	8~30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

【図12】

水蒸気と窒素ガスの混合供給例					
飽和水蒸気			窒素ガス		混合ガス
圧力 Kg/cm ²	温度 ℃	水蒸気量 L/秒	圧力 Kg/cm ²	温度 ℃	水蒸気+N ₂ 量 L/秒
1.05	100	2.6	1.05	100	2.6
2.05	120	2.7	2.05	120	2.7
3.65	140	2.8	3.65	140	2.8
6.05	160	3.0	6.05	160	3.0
					100 5.2
					120 5.4
					140 5.6
					160 6.0

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)
// C 0 1 B 5/00		C 0 1 B 5/00	Z
(72)発明者 新田 雄久 東京都文京区本郷4丁目1番4号 株式会社 社ウルトラクリーンテクノロジー開発研究 所内		(72)発明者 前田 慶之 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河 電機株式会社内	
(72)発明者 斉藤 輝夫 神奈川県相模原市小山1丁目1番10号 ラ ムリサーチ株式会社内		(72)発明者 牛丸 正志 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河 電機株式会社内	
(72)発明者 佐々木 光彦 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河 電機株式会社内		(72)発明者 大見 忠弘 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17- 301	
		Fターム(参考) 3B201 AA03 AB34 BB13 BB22 BB33 BB92 4G068 AA02 AB02 AB11 AC01 AC13 AD16 AF31	